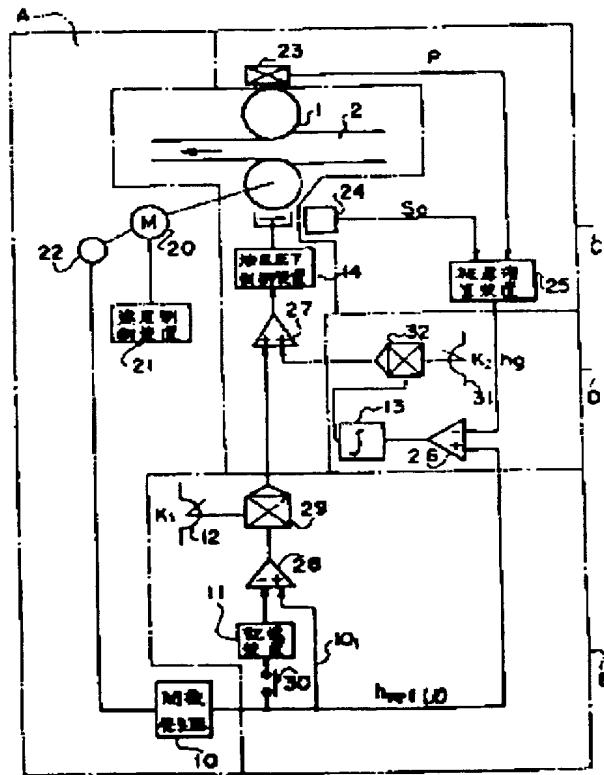


# CONTROLLING DEVICE OF ROLLING MILL

**Patent number:** JP59101216  
**Publication date:** 1984-06-11  
**Inventor:** TANABE NOBUO  
**Applicant:** TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO  
**Classification:**  
- **international:** B21B37/08  
- **european:** B21B37/24  
**Application number:** JP19820209564 19821130  
**Priority number(s):** JP19820209564 19821130

## Abstract of JP59101216

**PURPOSE:** To obtain a titled device which is simple and free from response delay and can cope with a small quantity production of many items by controlling plate thickness using the prediction controlling of an open loop basing on a reference value of plate thickness and feed back controlling by gauge meter plate thickness. **CONSTITUTION:** In a rolling mill that rolls a rolling material 2 by an rolling roll 1, a plate thickness reference value of exit side ( $h_{ref}(l)$ ) corresponding to a rolling position ( $l$ ) detected by the speed detector of a driving electric motor 20 of the rolling roll 1 is outputted by a function generator 10. Conversion constant  $K_1$  is multiplied to the difference between this output and the stored initial value of exit side plate thickness reference value of the tip of rolling material, and the product is outputted to an adder 27. On the other hand, gauge meter plate thickness ( $hg$ ) is calculated from a rolling load  $P$  detected by a load detector and a roll gap  $S_0$  detected by a rolling position detector 24 by a plate thickness arithmetic unit 25. The difference from above-mentioned ( $h_{ref}(l)$ ) is calculated by an integrator 13 and the roll gap correction is calculate. This correction is multiplied by a conversion constant  $K_2$  and outputted to an adder 27, and the rolling reduction is controlled basing on this added value.



Data supplied from the [esp@cenet](mailto:esp@cenet) database - Worldwide

Best Available Copy

⑯ 日本国特許庁 (JP)

⑪ 特許出願公開

## ⑫ 公開特許公報 (A)

昭59—101216

⑮ Int. Cl.<sup>3</sup>  
B 21 B 37/14  
37/08識別記号  
B B H  
1 0 3府内整理番号  
8015—4 E  
8015—4 E  
8015—4 E⑯ 公開 昭和59年(1984)6月11日  
発明の数 1  
審査請求 未請求

(全 6 頁)

## ⑭ 圧延機の制御装置

番 6 号東京芝浦電気株式会社東京事務所内

⑯ 特願 昭57—209564  
⑯ 出願 昭57(1982)11月30日  
⑯ 発明者 田辺信夫  
東京都千代田区内幸町1丁目1⑯ 出願人 東京芝浦電気株式会社  
川崎市幸区堀川町72番地  
⑯ 代理人 弁理士 猪股清 外3名

## 明細書

## 1. 発明の名称 圧延機の制御装置

加算して前記圧下制御装置の制御入力とする手段(12, 29, 27)とを設けたことを特徴とする圧延機の制御装置。

## 2. 特許請求の範囲

圧延材を目標板厚に制御するための圧下制御装置(14)を備えた圧延機の制御装置において、圧延材の圧延方向の出側板厚目標値  $h_{ref}(l)$  を出力する板厚基準発生器(10)と、この出側板厚目標値  $h_{ref}(l)$  の変化量  $\Delta h_{ref}(l)$  を演算する板厚基準変化量演算装置(11, 28)と、前記圧延機の圧延荷重  $P$  とロールギャップ  $S_0$  とを換出し、ゲージメータ式IC基づいて前記圧延材の出側板厚  $h_g$  を演算する板厚演算装置(23, 24, 25)と、この出側板厚  $h_g$  と前記出側板厚目標値  $h_{ref}(l)$  との差を横分して前記圧延機のロールギャップ修正量IC変換して出力するロールギャップ修正量演算装置(26, 13, 31, 32)と、前記変化量  $\Delta h_{ref}(l)$  IC所望の係数を乗じてロールギャップ基準量とし、このロールギャップ基準量に前記ロールギャップ修正量を

## 3. 発明の詳細な説明

## 〔発明の技術分野〕

この発明は、1本の圧延材から2種類以上板厚の異なる鋼板等の製品を連続的に圧延する板厚変更圧延に用いられる圧延機の制御装置に関する。

## 〔発明の技術的背景〕

近年多品種少量化生産の製造ラインでの生産効率の飛躍的向上を計るために、鋼板等を圧延する圧延機において、板厚を自動的に変更し、1本の圧延材から板厚が異なる2種類以上の製品を連続的に圧延する自動板厚変更圧延をおこなう場合が多くなつてきた。

特に液化天然ガス(LNG)を貯蔵する球形のタンク等に使用される鋼板は、板厚が一様ではなく、タンクの下部と上部とでは内部圧力の相違から下部の板厚を厚くした鋼板を用いることが多い。

板厚変更圧延の一例として、シングルスタンド熱間圧延機において、フラットな板厚のスラブから、第1図に示すようなテーパ状の板厚形状を持つた圧延材を得る場合について考える。

第2図および第3図はこのような場合に用いられる従来の圧延方法の概略を示した構成図である。第2図に示す方法は、圧延材2の板厚変更前後のロールギャップ設定値を、数式モデルを用いて予測計算し、圧延中に圧延材2の変更位置が圧延ロール1の直下を通過する際に、圧下位置制御装置3のロールギャップ基準値  $s_{0,ref}$  をテーパ状に変更し、圧下位置制御装置3により圧延ロール1のロールギャップを操作することにより、板厚変更をおこなうものである。

また第3図に示す方法は、板厚計からのフィードバック信号を用いた自動板厚制御計を利用するものである。この方法は、圧延材2が圧延機に搬送されて圧延ロール1に噛み込み、圧延機出側に設置された板厚計6に到達するまでは自動板厚制御をオフにして、板厚変更前のロールギャップ設

の冷却状態が異なり、板温が一様とならないため、材料の変形抵抗の大きさを決定する材料の温度の予測が重要となる。この予測精度をあげるために複雑な数式モデルの作成や温度計により材料温度の正確な測定等が必要となるため、多大な経費と労力を要する。

また第3図に示した方法では板厚計6が圧延機から離れた位置にあるため、板厚計6の検出応答遅れが生ずる。したがつて第3の方法で板厚変更圧延をおこなう場合には、板厚計6の検出応答遅れを考慮して圧延をおこなわないと板厚制御の良い製品を圧延することはできない。

#### 〔発明の目的〕

この発明の目的は圧延材の材質、硬度およびパスケジュールおよび圧延機の潤滑状態等を考慮しなくとも板厚変更精度の良い圧延材を得ることのできる圧延機の板厚制御装置を提供するにある。

#### 〔発明の概要〕

この発明では上記目的を達成するために、圧延材を目標板厚に制御するための圧下制御装置(14)

#### 特開昭59-101216(2)

定值で圧延をおこない、圧延材2が板厚計6に到達した後に自動板厚制御をオンにして板厚変更圧延をおこない、板厚変更圧延が開始されると圧延材2の変更位置の追跡をおこなうようにする。この追跡によつて変更位置が圧延ロール1を通過すると判断した時は、板厚変更前の目標板厚から変更後の板厚に板厚基準  $h_{ref}$  をテーパ状に変更させて自動板厚制御装置5および圧下位置制御装置3により、板厚基準  $h_{ref}$  と板厚計6より検出された実際の板厚  $h$  との偏差が減算器4で0になるように圧延ロール1のギャップを操作する。

#### 〔背景技術の問題点〕

しかし第2図および第3図に示した従来の板厚変更圧延の方法にはいずれも次のような欠点がある。

第2図に示す方法では、板厚変更する場合、数式モデルによつて計算される圧延荷重やロールギャップの予測精度が板厚精度に直接影響を与えることになる。

特に熱間圧延では板厚が一様でないために板温

を備えた圧延機の制御装置において、圧延材の圧延方向の出側板厚目標値  $h_{ref}(\ell)$  を出力する板厚基準発生器(10)と、この出側板厚目標値  $h_{ref}(\ell)$  の変化量  $dh_{ref}(\ell)$  を演算する板厚基準変化量演算装置(11, 28)と、前記圧延機の圧延荷重  $P$  とロールギャップ  $s_0$  とを検出レゲージメータ式に基づいて前記圧延材の出側板厚  $h_g$  を演算する板厚演算装置(23, 24, 25)と、この出側板厚  $h_g$  と前記出側板厚目標値  $h_{ref}(\ell)$  の差を微分して前記圧延機のロールギャップ修正量に変換して出力するロールギャップ修正量演算装置(26, 13, 31, 32)と、前記変化量  $dh_{ref}(\ell)$  に所望の係数を乗じてロールギャップ基準量とし、このロールギャップ基準量に前記ロールギャップ修正量を加算して前記圧下制御装置の制御入力とする手段(12, 29, 27)とを設けたことを特徴とする。

#### 〔発明の実施例〕

第4図はこの発明の一実施例を示す構成図である。熱交換器10は圧延材の材料長さ  $\ell$  を入力し、出側板厚基準  $h_{ref}$  を出力する。記憶回路11内に

Best Available Copy

は圧延先端すなわち  $\ell = 0$  における板厚基準

$h_{ref}(0)$  が記憶されている。

変更係数設定器 12 および 31 内にはそれぞれ変更定数  $K_1, K_2$  が格納されているが、この変更定数  $K_1, K_2$  については後で詳述する。13 は積分器である。油圧圧下制御装置 14 はサーべ増幅器ブロック 15 とシリンダーブロック 16 により構成されており、それぞれ  $K_3 / 1 + T_v S, K_4 / S$  で表わされる伝達関数を有している。

なおここで  $K_3$  はゲイン、 $T_v$  は時定数をそれぞれ表わしている。また  $K_4$  はシリンダ断面積の逆数を表わす。S はプラス変換子である。17 はロールギヤップから圧延荷重までの伝達関数で、N はシル定数を、m は圧延材の塑性係数を示す。

また 18 は圧延荷重によるシルの伸びを演算するブロックであり、33 は MMC 定数を示す。なお図中に示した  $h_g$  はゲージメータ板厚であり、次式で算出される。

$$h_g = S_0 + \Delta S_0 + \frac{P + \Delta P}{M} \quad \dots \dots (1)$$

力される。

圧延機のロールギヤップが  $\Delta S_0$  だけ変わった時の出側板厚の変化  $\Delta h$  は(2)式で表わされる。

$$\Delta h = \frac{M}{M+m} \Delta S_0 \quad \dots \dots (2)$$

したがつて、出側板厚に  $\Delta h_{ref}(\ell)$  の板厚変化を与えるために必要なロールギヤップ変更量は(2)式から

$$\Delta S_0 = \frac{M+m}{M} \cdot \Delta h_{ref}(\ell) \quad \dots \dots (3)$$

で得られ、変換定数  $K_1$  を

$$K_1 = \frac{M+m}{M} \quad \dots \dots (4)$$

と設定すればよいことになる。

しかし、特に熱間圧延においては圧延機長手方向の温度変化や入側板厚の変化があり、(4)式における圧延機の塑性係数 m を正確に求めることはむづかしい。

さらに板厚変更量が大きい場合には板厚変更谷点における塑性係数 m が変化することも充分考え

特開昭 59-101216 (3)

ただし、

$S_0$  : 無負荷時のギヤップ設定値

$\Delta S_0$  : ギヤップ変化量

$P$  : 咬み込み直後の圧延荷重

$\Delta P$  :  $P$  からの圧延荷重変化量

である。

(1)式から明らかのようにロールギヤップおよび圧延荷重の検出とシル定数 M の予測とを正確に起こすことにより、出側板厚を精度よく検出することができる。

いま第 4 図に示した関数発生器 10 に図示されるように、出側板厚をテーパ状に変化する場合、関数発生器 10 は圧延材の圧延方向すなわち長手方向位置に応じて出側板厚基準  $h_{ref}(\ell)$  を出力する。

記憶回路 11 は圧延材先端部の板厚基準  $h_{ref}(0)$  を記憶し、関数発生器 10 から出力される出側板厚基準  $h_{ref}(\ell)$  との差が変換定数設定器 12 に入力される。そしてこの差信号  $\Delta h_{ref}(\ell)$  には変換定数設定器 12 により変換定数  $K_1$  が乗せられて、油圧圧下制御装置 14 のロールギヤップ基準量として出

られる。

この発明ではこのようなオープンループによる板厚変更方法に加えて、ゲージメータ板厚  $h_g$  をフィードバック信号とするフィードバックループを併設し、上記問題を解決している。

すなわち、出側板厚基準  $h_{ref}(\ell)$  とゲージメータ板厚  $h_g$  との差を積分器 13 に入力し、積分器 13 の圧力を変換定数  $K_2$  を乗じてロールギヤップ修正量を算出し、変換定数設定器 12 から出力されたロールギヤップ基準量に加算して油圧圧下制御装置 14 に与えるようにしている。

ここで変換定数  $K_2$  は板厚制御計の周波数応答を  $\omega_c$  とすれば、

$$\omega_c = K_2 \frac{M+m}{M+(1-C)m} \cdot \frac{M}{M+m} \quad \dots \dots (5)$$

$$\therefore K_2 = \omega_c \cdot \frac{M+(1-C)m}{M} \quad \dots \dots (6)$$

と設定すればよいことになる。

積分器 13 は出側板厚基準  $h_{ref}(\ell)$  とゲージメータ

タ板厚  $hg$  との差が無くなるようにロールギャップを修正するため、出側板厚が目標とする板厚に精度よく圧延される。

第5図は第4図によつて示されたこの発明による制御装置の機能構成図を、さらに具体化した制御装置の一例を示す図である。

第5図に示す装置は、板厚基準発生器Aと、この板厚基準発生器の出力の変化量を演算する板厚基準変化量演算装置Bと、ゲージメータ式によつて圧延材の出側板厚を演算する板厚演算装置Cと、圧延機のロールギャップ修正量を算出するロールギャップ演算装置Dとを具備する。

圧延ロール1は電動機20により駆動され、電動機20は速度制御装置21により所定の回転速度に設定されている。また1対の上下圧延ロール1のロールギャップは油圧圧下制御装置14により所定の値に設定されている。

圧延材2が圧延ロール1に噛み込むと、圧延機に設置した荷重検出器23が圧延荷重Pを、圧下位置検出器24がロールギャップ  $so$  をそれぞれ検出

される。

一方、圧延材2が圧延ロール1に噛み込んだ直後に瞬時ゲート30が閉路し、圧延材先端部の出側板厚基準  $h_{ref}(0)$  が記憶装置11に記憶される。すなわち先端部板厚を初期値とするわけである。関数発生器10の出力は経路10<sub>1</sub>を介して減算器28に入力され、記憶装置11の出力との差、すなわち出側板厚基準変更量が演算され掛算器29に送られる。

掛算器29には設定器12にあらかじめ設定された変換定数  $K_1$  が入力されており、掛算器29との積を加算器27に送る。加算器27は掛算器29の出力と掛算器32の出力とを加算して油圧圧下制御装置14のギャップ基準として出力し、これにより圧延ロール1のロールギャップが変更制御されて出側板厚は所望の板厚に圧延される。

#### 〔発明の効果〕

以上実施例に基づいて詳細に説明したように、この発明ではオープンループの予測制御とゲージメータ板厚をフィードバック信号とするフィードバック制御とを併設した板厚制御装置により板厚

#### 特開昭59-101216(4)

し板厚演算装置25に入力する。板厚演算装置25はゲージメータ式を用いてゲージメータ板厚  $hg$ 、すなわち実際の板厚を演算するものであり、演算されたゲージメータ板厚  $hg$  は板厚制御に対するフィードバック信号として減算器26に outputされる。

電動機20には速度検出器22が取り付けられ、速度検出器12の出力は関数発生器10に送られる。関数発生器10は速度検出器22の出力信号を用いて、圧延材2の先端から圧延方向である長手方向位置  $l$  を演算し、あらかじめ設定された圧延材位置と出側板厚基準との関数から現在の圧延材の位置に對応した出側板厚基準  $h_{ref}(l)$  を減算器26に outputする。

減算器26は出側板厚目標値  $h_{ref}(l)$  とゲージメータ板厚  $hg$  との差を演算し、積分器13に送り、積分器13は減算器26が演算する板厚偏差を零にすべくロールギャップ修正量を演算し、この出力は掛算器32に送られる。掛算器32には設定器31にあらかじめ設定された変換定数  $K_2$  が入力されており、積分器13の出力と乗算されて加算器27に output

基準を変更するように構成したので、圧延材の材質、硬度あるいは圧延スケジュール、潤滑状態等を考慮しなくとも板厚精度の良い圧延材を得ることができる。

またこの発明の板厚制御装置は(1)式にあらわすミル定数  $M$ 、塑性係数  $m$  を正確に予測する必要がないために簡単な回路構成にことができ、しかも実際の板厚を検出するため圧延機に設置した検出器により検出した圧延荷重およびロールギャップから板厚演算装置を用いて板厚を演算するので、圧延機に對しての検出遅れはなく、早い応答のフィードバック制御が行なえる。

したがつて、変更圧延時に板厚基準と実際の板厚との間に誤差が生じても、板厚制御装置が速やかに動作してロールギャップ修正をおこなうことができるために、板厚精度の良い製品を圧延することができる。このため多品種少量生産の製造ラインでの生産能率を大きく向上させることができる。

なお、この発明は板厚をテープ状に圧延する場

Best Available Copy

合に特に有効である。

特開昭59-101216 (5)

## 4. 図面の簡単な説明

第1図は圧延材の板厚パターンの一例を示す図、第2図および第3図は従来の制御方法による制御装置の構成図、第4図はこの発明の一実施例による制御装置の機能構成図、第5図はこの発明の一実施例を示す構成図である。

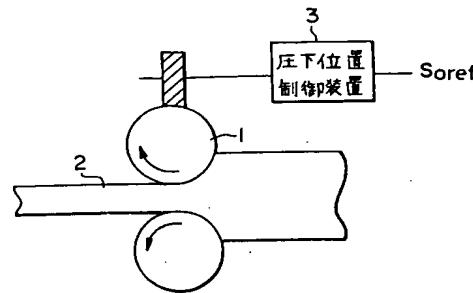
2…圧延材、3…圧下制御装置、10…関数発生器、11…記憶装置、12…変換定数設定器、13…積分器、23…荷重検出器、24…圧下位置検出器、25…板厚演算装置、26, 28…減算器、27…加算器、29…掛算器、31…変換定数設定器、32…掛算器。

出願人代理人 猪股 清

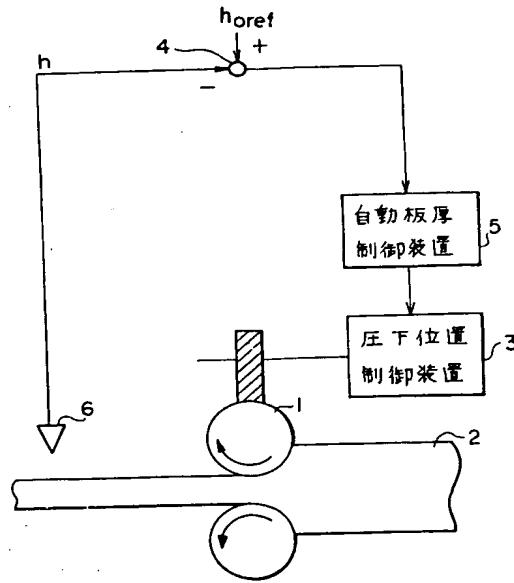
第1図



第2図



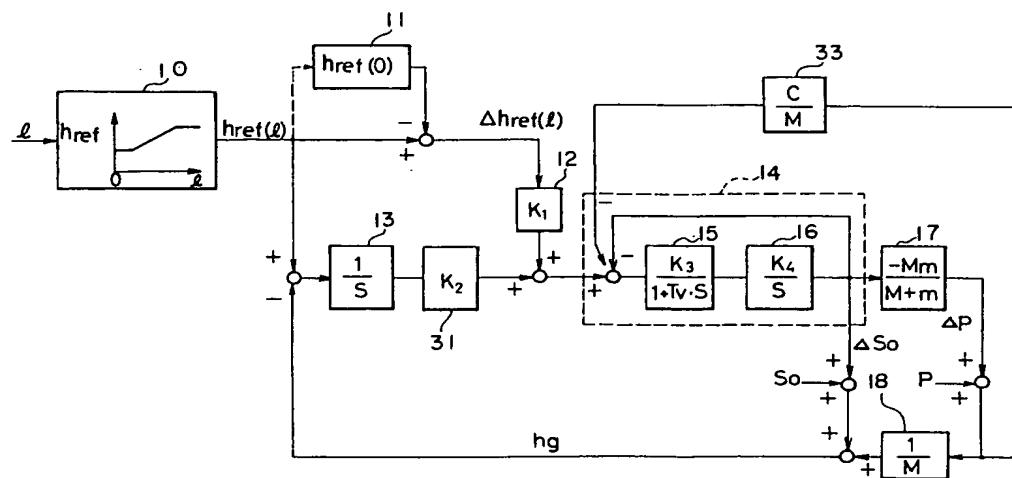
第3図



Best Available Copy

特開昭59-101216 (6)

第 4 図



第 5 図

